

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101918

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-12-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/22/24 від 05.03.2024



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Цапенко Валентин Валентинович

2. Valentyn Tsapenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1095-0117

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 152

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та приладобудування. Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

Дата захисту: 15-02-2024

Спеціальність за освітою: Медичні прилади і системи

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.85; ID 3904

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 76.09.35, 90.27, 20.58, 30.51.43

Тема дисертації:

1. Вдосконалення бароподометричного методу визначення біомеханічних параметрів стопи
2. Improvement of the baropodometric method of determination of biomechanical parameters of the foot

Реферат:

1. Дисертація присвячена розширенню функціональних можливостей бароподометричного методу визначення біомеханічних параметрів стопи шляхом комбінованого оцінювання опорно-ресорних властивостей стопи та циклу кроку для підвищення інформативності вимірювань. Дослідження спрямоване на покращення можливостей вимірювань, що дозволить більш детально аналізувати та зрозуміти біомеханічні характеристики стопи людини. Проблема ранньої діагностики ушкоджень та захворювань стопи є дуже актуальною в контексті вибору методів профілактики, лікування, ортезування та контролю їх ефективності. Зокрема, порушення формування склепінь стопи становлять значну частину всієї ортопедичної патології та досягають до 81,5% серед усіх деформацій нижніх кінцівок у дітей. Проведений аналіз наукових джерел показує, що дослідження розподілу навантаження по стопі протягом повного циклу

кроку недостатньо досліджено. Традиційні методи діагностики не дозволяють точно виявити реальні функціональні зміни стопи, що відбуваються під час зміни динамічних навантажень в процесі перекату, а також не оцінюють індивідуальні фізіологічні особливості нижніх кінцівок, що обмежує їх ефективність. Не визначеним досі залишається об'єктивний взаємозв'язок опорної та ресорної функцій в статичі та динаміці і їх комплексний вплив на параметри деформації стоп. Тому метою дисертаційної роботи є розширення функціональних можливостей бароподометричного методу визначення біомеханічних параметрів стопи шляхом комбінованого вимірювання опорно-ресорних властивостей стопи та складових циклу кроку для підвищення інформативності вимірювань. З метою підвищення точності дослідження біомеханічних параметрів стопи необхідно врахувати вплив реальних динамічних навантажень, які відрізняються від статичних тим, що при визначенні напружень слід враховувати сили інерції. Проаналізовано складові повного циклу кроку, періоди кожної фази перекату визначені у відсотковому співвідношенні відносно загального періоду опори певної кінцівки. Запропоновано принципово нову біомеханічну модель, яка досить добре візуалізує чутливість до асиметричних навантажень, які призводять до неефективного використання опорно-ресорних властивостей стопи. Дана модель показує, яким чином взаємопов'язані між собою статичні та динамічні характеристики опорно-ресорної функції стопи. За допомогою отриманої моделі можна комплексно оцінити вплив різновидів навантажень на функціональний стан стопи, зокрема, було встановлено, що величина деформацій та напружень викликаних динамічними навантаженнями, залежить від жорсткості та повздовжніх розмірів пружної системи. На основі цієї моделі проаналізовано та визначено критерії оцінки опорної та ресорної функцій стопи, з врахуванням статичних та динамічних навантажень. Розроблено методику біомеханічного аналізу стопи, яка дозволяє ідентифікувати функціональні порушення стопи. Виконано статистичну обробку експериментальних даних, встановлено закон розподілу та виконано перевірку на наявність надмірних похибок в групах спостережень, з застосуванням критерію Діксона. Розраховані критерії опорного навантаження стопи та виконано якісний аналіз отриманих результатів. Статистичний аналіз результатів дослідження за допомогою методу дисперсійного аналізу вказує на те, що фактор критеріїв опорної сили (статична та динамічна складова) може бути використаний як інтегральний діагностичний показник, який впливає на визначення деформацій стопи. Однак важливо враховувати, що цей фактор не є єдиним визначальним чинником деформації стопи. Враховуючи розроблену узагальнену біомеханічну модель, проведено дослідження пружних характеристик стопи. Встановлено, що статична та динамічна складова модуля пружності мають подібний закон розподілу в кожній розглянутій групі. Проведено кореляційний аналіз, результати якого вказують на високий рівень взаємозалежності складових модуля пружності в кожній досліджуваній групі. На основі цього, розроблено чіткі математичні моделі визначення опорно-ресорних властивостей, які пояснюють не встановлений раніше взаємозв'язок опорної та ресорної функцій стопи, враховуючи їх статичні та динамічні компоненти, для кожної досліджуваної групи. Виконано розрахунок невизначеності, згідно міжнародним правилам оцінювання результатів дослідження. Також, розглянуто питання контролю ефекту розвантаження стопи в процесі ортезування. Встановлено, що коефіцієнт перенавантаження визначає співвідношення сил пружності та опори, які забезпечують необхідне значення розвантаження та виявлено інтервали значень, яких він може набувати в залежності від типу порушення функцій стопи. Проведено експериментальні дослідження контролю ефекту розвантаження стопи та оцінені графіки розподілу коефіцієнта перенавантаження в процесі ортезування. Встановлено, що значення даного коефіцієнта до ортезування знаходиться в межах розрахованих інтервалів відповідно до типу порушення функцій стопи (0,5..1 – плоска стопа, 1,5..2,2 – порожниста), після – пряме до інтервалу нормальних значень (1..1,5).

2. The dissertation focuses on enhancing the baropodometric method's functional capabilities for determining biomechanical parameters of the foot. This is achieved through a combined assessment of the support-resilient properties of the foot and the gait cycle, aiming to improve measurement informativeness. The research addresses the need for more detailed analysis and understanding of human foot biomechanics, particularly in the context of early diagnosis of foot injuries and diseases. Foot deformations, especially in the formation of foot arches, constitute a significant portion of orthopedic pathologies, reaching up to 81.5% among all lower limb deformities in

children. The current state of research indicates that the distribution of load on the foot throughout the complete gait cycle remains inadequately explored. Traditional diagnostic methods fall short in precisely identifying real functional changes during dynamic load changes and assessing individual physiological characteristics of the lower limbs. The dissertation's objective is to expand the baropodometric method's capabilities through combined measurements, considering both support-resilient properties of the foot and gait cycle components for increased informativeness. To enhance accuracy, the study incorporates the influence of real dynamic loads, which differ from static loads due to the inclusion of inertia forces. The research analyzes the components of the complete gait cycle, determining the periods of each phase of rollover as a percentage of the total support period for a specific limb. A novel biomechanical model is proposed to visualize the sensitivity to asymmetric loads, illustrating the interdependence of static and dynamic characteristics of the support-resilient function of the foot. This model allows for a comprehensive assessment of the influence of different loads on the foot's functional state. The study establishes that the magnitude of deformations and stresses caused by dynamic loads depends on the stiffness and longitudinal dimensions of the elastic system. Criteria for assessing support and resilient functions, considering both static and dynamic loads, are developed. A methodology for biomechanical foot analysis is presented for identifying functional foot disorders. Statistical processing of experimental data and a qualitative analysis of results demonstrate that the support force criteria can serve as an integral diagnostic indicator affecting foot deformation determination. Considering the developed biomechanical model, the study investigates the elastic characteristics of the foot. It is found that the static and dynamic components of the modulus of elasticity have a similar distribution law in each examined group. Mathematical models for determining support-resilient properties are developed, explaining the previously unidentified relationship between the support and resilient functions of the foot for each research group. Uncertainty calculations, following international rules for evaluating research results, were performed. The study also addresses the issue of controlling the offloading effect on the foot during orthotics. The overload coefficient, determining the ratio of resilient and support forces for necessary unloading values, is analyzed. Experimental studies on foot offloading control during orthotics show that the coefficient's values align with calculated intervals based on the type of foot function disorder, indicating its potential applicability in clinical settings.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Терещенко М. Ф., Цапенко В. В., Чухраєв М. В. Дослідження електропровідності біологічних тканин // Вісник НТУУ «КПІ» серія Приладобудування. – 2017. – №53. – С. 87–94.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Метод дослідження біомеханічних параметрів стопи людини // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2018. – №5. – С. 51–60.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф., Тимчик Г.С. Моделі оцінювання біомеханічних параметрів нижніх кінцівок у дітей // KPI Science News. – 2019/1. – №1. – С. 67–75.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Аналіз впливу різниці довжини нижніх кінцівок на біомеханічні параметри ходи // Вісник НТУУ «КПІ» серія Приладобудування: збірник наукових праць. – 2019. – №57. – С. 102–107.

- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Критерії опорних характеристик стопи людини // Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування. – 2022. – №63. – С. 89–99.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф., Чухраєв М.В. Спосіб виміру електропровідності біологічних тканин // Патент України на КМ №117101 опубл. в бюл. №11, 12.06.2017.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф., Чухраєв М.В., Паньков С.Б., Терещенко К.М., Тарасюк І.Є., Яковенко І.О. Спосіб виміру і оцінки фізіологічного стану біологічних тканин // Патент України на КМ №123609 опубл. в бюл. № 4, 26.02.2018.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Плантаскоп для дослідження просторових параметрів стопи // Патент України на КМ №131429 опубл. в бюл. № 1, 10.01.2019.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Спосіб комплексної діагностики вальгусної деформації стопи // Патент України на КМ №133980 опубл. в бюл. № 8, 25.04.2019
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Цифрова біометрична система дослідження патологічних станів стопи // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали I Міжнарод. наук.-техн. конф. (Харків, 07-08 грудня 2017 р.). Харків: ФОП Мезіна В., 2017. С. 89–90.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф., Чухраєв М.В. Методика дослідження електропровідності біологічних тканин // Матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції «Приладобудування: стан і перспективи» 16-17 травня 2017 р. Україна, м. Київ, ПБФ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Методика дослідження просторових параметрів стопи людини // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2018): матеріали 11 Міжнарод. наук.-практ. конф. (Київ, 22-23 травня 2018 р.). Київ: НАУ, 2018. С. 157–159.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Комплексний метод дослідження біомеханічних параметрів стопи людини // Приладобудування – 2018: матеріали 11 Міжнарод. наук.-техн. конфер. (Мінськ, 14-16 листопада 2018 р.). Мінськ: БНТУ, 2018. С. 193–195.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Особливості розподілення підошовного тиску при плоско-вальгусній деформації стопи // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали II Міжнарод. наук.-техн. конф. (Харків, 06-07 грудня 2018 р.). Харків: ФОП Панов А.М., 2018. – С. 103–104.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Комплексний метод дослідження біомеханічних параметрів стопи людини // XII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р., м. Київ, Україна : збірник праць / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 333–336.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Кількісні показники біомеханічних параметрів стопи // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2019): матеріали 12 Міжнарод. наук.-практ. конф. (Київ, 21-22 травня 2019р.). Київ: НАУ, 2019. – С. 120–122.
- Цапенко В. В., Терещенко М. Ф. Біомеханічні параметри стопи // XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна: збірник праць конференції / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ, ФММ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського; Центр учбової літератури, 2019. – С. 410–413.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Метод комплексної діагностики вальгусної деформації стопи // XVIII Міжнародна науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів»: матеріали конференції. – Кременчук: КрНУ, 2019. – С.89–90.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Біофізичні методи дослідження нижніх кінцівок // Матеріали 13-ї Міжнарод. наук.-техн. конф. молодих вчених та студентів «Нові напрямки розвитку приладобудування», 15–17 квітня 2020 р. БНТУ. – Мінськ: БНТУ, 2020. – С. 38–39.
- Tsapenko V., Tereshchenko M., Tymchik G., Matvienko S. and Shevchenko V. Analysis of Dynamic Load on Human Foot // 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) – Kyiv, Ukraine. – 22-24 April, 2020. – p. 400–404.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Біофізичний метод дослідження стопи. Реовазографія // XIII Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє

приладобудування», 13-14 травня 2020 р., м. Київ, Україна: збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 240-243.

- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Методика оцінки біомеханічних параметрів стопи // Матеріали 13-ї Міжнарод. наук.-техн. конф. «Приладобудування - 2020», 18-20 листопада 2020 р. БНТУ. – Мінськ: БНТУ, 2020. – С. 167-169.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. Бароподометричний метод дослідження біомеханіки стопи // XVI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», 08-09 грудня 2020 р., м. Київ, Україна: збірник праць конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 341-344.
- Цапенко В. В., Терещенко М. Ф. Оцінка ефективності використання індивідуальних ортезів стопи // XX Міжнародна науково-технічна конференція “Приладобудування: стан і перспективи”, 18 – 19 травня 2021 р., Київ, Україна : збірник матеріалів конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – С. 115-117. – Бібліогр.: 5 назв.
- Цапенко В. В., Терещенко М. Ф. Комплексна біомеханічна модель стопи // XXI Міжнародна науково-технічна конференція “Приладобудування: стан і перспективи”, 17 – 18 травня 2022 р., Київ, Україна : збірник матеріалів конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – С. 163-166. – Бібліогр.: 5 назв.
- Tsapenko V., Tereshchenko M., Shevchenko V., Ivanenko R. Methodology for Calculating Shock Loads on the Human Foot // Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, vol. 6, no. 2, 2021, pp. 58-64.
- Цапенко В.В., Терещенко М.Ф., Іваненко Р.О. Біомеханічний метод оцінки ефективності використання індивідуальних ортезів стопи // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2021. – Том 32 (71) № 2. – С. 47-59.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0118U004676

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Терещенко Микола Федорович
2. Mykola Tereshchenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.11.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4523-281X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сергієнко Костянтин Миколайович
2. Kostiantyn Serhiienko

Кваліфікація: к. фіз.вих, доц., 24.00.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9199-6007

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет фізичного виховання і спорту України

Код за ЄДРПОУ: 02928433

Місцезнаходження: вул. Фізкультури, буд. 1, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлов Сергій Володимирович
2. Serhii Pavlov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0051-5560

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Вінницький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070693

Місцезнаходження: вул. Хмельницьке шосе, буд. 95, Вінниця, Вінницький р-н., 21021, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клочко Тетяна Реджинальдівна

2. Tetiana Klotchko

Кваліфікація: к. т. н., старший науковий співробітник, 05.11.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3911-5369

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Безуглий Михайло Олександрович

2. Mykhailo Bezuglyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.11.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0624-0585

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Єременко Володимир Станіславович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Єременко Володимир Станіславович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Цапенко Валентин Валентинович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна